图书情报工作
第64卷 第5期 2020年3月

虚拟现实环境下用户信息行为研究动态及趋势分析*

■ 王晰巍[1,2] 李玥琪[1] 王铎[1] 韦雅楠[1]

[1] 吉林大学管理学院 长春 130022 [2] 吉林大学大数据管理研究中心 长春 130022

摘 要:[目的/意义]通过对国外虚拟现实环境下用户信息行为相关文献的收集和分析,了解国外虚拟现实技术应用的研究进展及未来的研究趋势,为虚拟现实技术在图书情报领域的研究提供借鉴和启示。[方法/过程]运用文献分析和知识图谱可视化方法,对国外虚拟现实技术的研究热点及研究趋势进行分析和可视化呈现。[结果/结论]国外虚拟现实环境下用户信息行为相关文献的研究热点主要分布于虚拟现实环境下用户信息接受行为、用户采纳行为及人机交互行为研究。未来虚拟现实环境用户信息行为研究的发展趋势将更加关注于虚拟现实环境下用户社交行为,虚拟现实环境下多领域用户采纳行为及虚拟现实环境下用户阅读行为等3个方面。

关键词:虚拟现实 用户 信息行为 研究热点

分类号:G203

DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2020.05.002

1 引言

工业和信息化部指出2019年全球虚拟现实产业正从起步培育期向快速发展期迈进,特别强调到2020年我国虚拟现实产业链条将基本健全,到2025年我国虚拟现实产业整体实力将进入全球前列[1]。虚拟现实(virtual reality,VR)是利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界,提供用户关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟,让用户如同身临其境一般[2],通过使用交互设备如头戴显示仪、交互手柄来实现实时的信息输入与输出行为[3]。随着技术的改进及政策的支持,虚拟现实技术的应用层面逐渐趋于成熟,尤其在计算机科学、教育学、行为学等领域应用和研究成果较多。虚拟现实环境下用户信息行为研究成为近几年学术界和产业界人机交互相关研究的热点问题。

目前,国外对于虚拟现实环境下用户信息行为的研究多数是采用实验研究的方法对比分析虚拟现实环境和传统环境对用户行为产生的影响,分析虚拟现实环境是否会对特定行为如学习、阅读、游览产生积极影响,而对于虚拟现实环境下用户会产生的具体信息行为的分析相对较少。在虚拟现实环境下用户的信息行为具体有哪些,与传统环境下信息行为的区别是什么,此方面研究对于改善用户体验,增强图书情报领域在虚拟现实人机交互技术发展背景下提供创新的信息服务模式具有重要的研究价值。

本文在研究中试图解决3个方面的问题:①对虚拟现实环境下用户信息行为研究起源和发展现状进行梳理和分析;②总结近几年虚拟现实环境下用户信息行为的研究热点;③结合知识图谱工具分析虚拟现实环境下用户信息行为发展趋势。本文通过对虚拟现实环境下用户信息行为相关文献的梳理和分析,用知识图谱工具对虚拟现实环境下用户信息行为的研究热点和趋势进行可视化分析,以期为国内图书情报领域未来在虚拟现实技术相关研究提供参考和借鉴。

2 样本选择

虚拟现实技术的应用领域十分广泛,但真正基于图书情报领域研究角度的文献却十分稀少,为确保综述文献样本的全面性和包容性,笔者选择了文献质量较高且收录范围具有一定优势的Web of Science(WoS)数据库(包含SCI和SSCI两个数据库)。笔者选择检索自1998年1月1日到2018年12月31日近

* 本文系国家自然科学基金面上项目“信息生态视角下新媒体信息消费行为机理及服务模式创新研究”(项目编号:71673108)研究成果之一。

作者简介:王晰巍(ORCID:0000-0002-5850-0126),大数据管理研究中心主任,教授,博士生导师,E-mail:wxw_mail@163.com;李玥琪(ORCID:0000-0002-5930-7213)硕士研究生;王铎(ORCID:0000-0002-5060-7893),博士研究生;韦雅楠(ORCID:0000-0002-7416-2403),博士研究生。

收稿日期:2019-09-10 修回日期:2020-01-04 本文起止页码:12-21 本文责任编辑:王传清

20 年的文献作为分析样本。

参考相关文献[4]及领域专家确定的检索词,检索的研究主题包括虚拟现实(virtual reality)、行为(behavior)、交互(interaction)、用户研究(user study)。因此,笔者最终确定检索式为 TI(标题)=("virtual reality")and TS(主题)=(user or behavior or "seek＊" or "interact＊" or adorption or acquisition),检索结果为 1 824篇。限定同行评议期刊后,得到 458 篇文献,涉及计算机科学、心理学、教育学、经济管理等学科领域。其中,用于文章内容分析和热点分析的关键文献经人工筛选后确定为 59 篇。人工筛选过程为:①首先在检索到的 458 篇文献中限制文献类型,排除综述类及会议文献;②通过两组研究人员分别进行人工排查及分析,过滤与本文综述主题不相关的文献内容,如偏向于虚拟现实技术应用及设计等文献、非虚拟现实在信息行为领域应用的文献;③请领域内 3 位相关专家对排查结果进行复查和审核,最终确定重点分析的文献 59 篇。如图 1 所示:

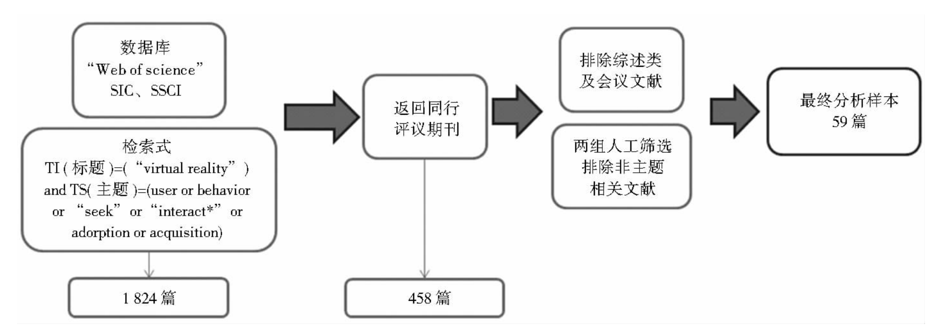


图 1 样本文献筛选过程

3 虚拟现实用户信息行为研究的起源与发展

通过对国外虚拟现实环境下用户信息行为相关文献进行归纳总结,以时间(年)为横坐标,文献数量为纵坐标,绘制国外虚拟现实技术在用户信息行为领域的发展脉络图(见图 2),可帮助了解国外虚拟现实用户信息行为相关研究起源及发展情况以及目前所处的发展态势,从而更好地指导相关学者关注及洞察此领域的发展动态及趋势。

3.1 起步阶段

从文献数量及研究内容来看,1999－2005 年间,虚拟现实环境下用户行为相关研究处于起步阶段。研究内容集中在虚拟现实用户界面方式初始设计、硬件设备、交互技术和内容选择上。代表性研究为:采用诺曼的运动模型,从目标任务完成度、虚拟世界探索行为及用户与系统的交互程度 3 个维度来衡量虚拟现实用户界面的有效性[5];对不同硬件及交互技术组合式虚拟现实系统备选方案进行评估研究,通过用户体验及偏好对系统进行评价[6]。在辅助用户信息理解环节,有学者提出虚拟环境可激发用户想象力,从增加用户观察信息的视角来帮助用户进行知识过程的构建[7],学者发现可通过实时交互式力学模型系统训练用户对柔性零件的装配和拆卸技能[8]。

3.2 发展阶段

2005－2015 年间,国外虚拟现实用户信息行为相关研究进入发展阶段。文献数量上升比较缓慢,但与起步阶段相比涨幅明显,开始出现用户对于虚拟现实系统的采纳行为研究。学者提出与普通购物中心相比,虚拟购物中心用户界面对顾客满意度产生积极影响,虚拟购物通过便利性、愉悦性、产品质量保证 3 个维度可以提升用户的购物体验[9];虚拟现实环境还提供展示和测试产品的可能,在用户购物时唤起积极的情感联系,促进用户的消费行为[10];通过对比用户与真实产品及虚拟产品的交互体验来评价虚拟现实参与式设计系统的有效性及可行性[11]。随着虚拟现实技术的逐渐成熟,虚拟现实系统的界面设计向人机交互方式设计转变,研究开始关注自由语音输入与受限语音输入对用户交互体验的影响[12];学者将虚拟现实引入远程操作环节后发现,与其他界面相比,基于虚拟现实的多模态远程操作界面具有更强的适应性和直观性[13]。

3.3 快速成长阶段

进入 2015 年,国外虚拟现实环境用户信息行为相关研究文献数量快速增长,说明相关研究已进入快速发展阶段。研究的内容更为深入,研究重点主要包括:用户在虚拟现实环境下的信息接受行为研究,通过对比虚拟环境与传统环境用户的信息接受效果[14－15]及用户体验,确定影响用户信息接受效果的因素[16－17];

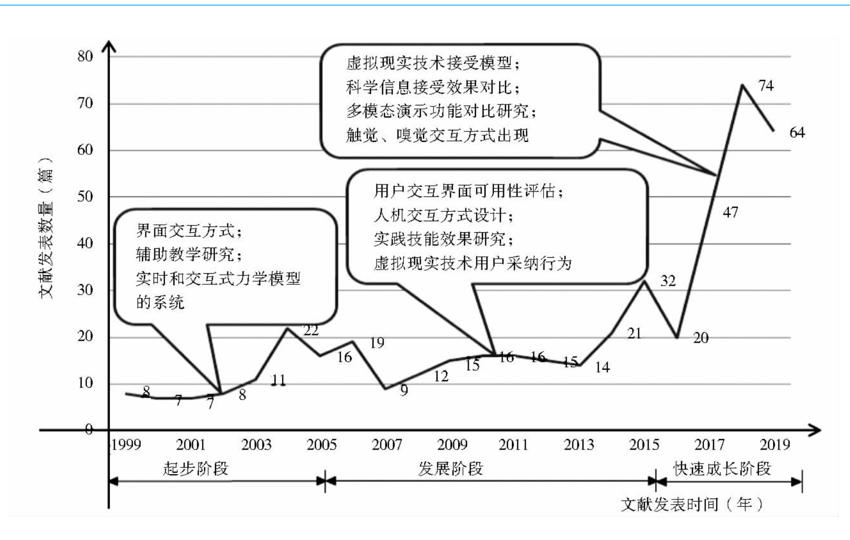


图 2 国外虚拟现实技术用户信息行为相关研究文献统计

用户对虚拟现实技术、系统及平台的技术接受行为研究，通过构建扩展的技术接受模型，引入感知娱乐性[28]、用户特性[30]、沉浸体验[31]、交互性[36]、感知有用性[38]等因素研究其对用户采纳行为及用户满意度的影响。2019 年开始，虚拟现实技术被引入经济管理类领域中进行行为研究，用于分析虚拟现实购物系统通过增强的交互性促进用户决策[52]，以及对用户购买行为、使用行为、转移行为的影响[53]。同时，学者们更加关注虚拟现实环境下人机交互行为，优化人机交互模式，引入手势[39]、嗅觉、触觉[41]等多模态交互渠道，增强虚拟环境真实感，提升用户体验。最近有学者提出用户可编辑的虚拟现实交互平台。虚拟现实环境用户信息行为相关文献逐渐增多，方向逐渐凸显，对用户信息行为相关研究进行综述有助于帮助研究者了解目前研究热点及未来研究方向。

4 研究热点分析

4.1 研究热点主要期刊及文献

根据 Web of Science 对于文献的分类，虚拟现实环境下用户信息行为研究多集中于计算机科学、心理学领域等。图 3 显示了所收集的 483 篇文献的 WoS 类别分布，其中计算机科学占六成、心理学研究占两成、经济管理类研究和教育领域研究各占一成。根据美国情报学学会对于情报学的定义，情报学是使用计算机科学、认知科学、心理学、系统科学等学科基础知识来解决信息问题的科学，是基于多元学科背景进行的一种学科研究[14]。虚拟现实环境下用户信息行为研究的过程同样需要认知心理学帮助分析用户对于信息的认知、理解、接受及心理暗示；需要计算机科学优化用户与虚拟现实系统的交互方式研究，故在进行研究综述时应尽量全面涵盖文献范围。

经过人工筛选后，国外虚拟现实环境用户信息行为研究的主要期刊及重点文献见表 1。由表 1 可见，国外虚拟现实环境下用户信息行为研究发表的文献逐渐增多，且多集中于近三年，内容主要集中于用户在虚拟现实环境中信息接受效果、学习效果的研究、用户对于虚拟现实系统的使用意愿、满意度及用户体验研究以及用户在虚拟现实环境中的人机交互方式研究等。

4.2 研究热点聚类知识图谱分析

为了对虚拟现实环境下用户信息行为研究主题进行分析，本文采用 CiteSpace 软件对近 5 年国外虚拟现实用户信息行为研究进行关键词聚类分析，得到国外虚拟现实用户信息行为研究主题聚类图谱（见图 4）。过滤无关词汇，聚类结果显示为虚拟现实环境、虚拟现实体验、虚拟现实技术接受模型、全景显示、使用虚拟现实技术这几个主题。

“virtual reality environment”主题下关键词为 simulation、game、impact、education、validation、sense、model、presence、information，聚类为虚拟现实环境对用户的影响、虚拟现实用户信息接受有效性及临场感体验等；“virtual reality experience”主题下关键词为 involvement、immersion、telepresence、information technology，聚类为虚拟现实环境下的用户体验、沉浸感、参与感等；“virtual reality acceptance model”主题下关键词为 customer satisfaction、technology acceptance model，聚类为虚拟现实环境下用户技术接受模型、用户满意度等；“panorama manifestation”主题下关键词为 human-computer interaction、desighed mounted display、system，聚类为虚拟现实环境下的人机交互及全景信息显示方式等；“using virtual reality technology”主题下关键词为

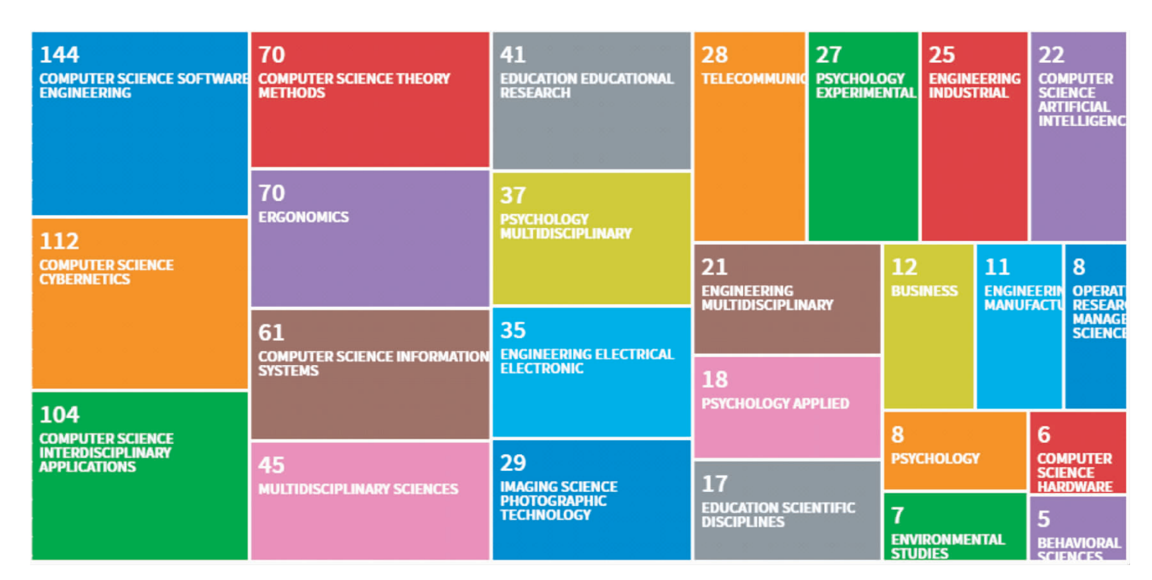


图3　虚拟现实用户信息行为文献 WoS 类别分布

表1　国外用户信息行为研究主要期刊及重点文献统计(按期刊影响因子排序前15名)

来源出版物	文献数量(篇)	期刊影响因子	重要文献	研究内容	研究主题
TOURISM MANAGEMENT	3	6.012	I. P. Tussyadiah 等(2018)	使用意愿,用户满意度	用户采纳
			W. Wei 等(2019)	用户体验,用户持续使用行为和推荐行为	用户采纳
COMPUTERS EDUCATION	21	5.627	W. Y. Hwang 等(2018)	交互式虚拟现实环境信息接受效果	信息接受
			R. Lamb 等(2018)	科学信息认知效果	信息接受
			P. L. P. Rau 等(2018)	用户阅读体验对比	信息传播
INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION MANAGEMENT	1	5.063	M. J. Kim 等(2019)	享乐动机模型,用户采纳	用户采纳
COMPUTERS IN HUMAN BEHAVIOR	20	4.306	D. Shin 等(2018)	沉浸体验,用户体验质量分析	用户采纳
			D. Kim 等(2019)	沉浸体验,用户满意度	用户采纳
JOURNAL OF BUSINESS RESEARCH	10	4.028	K. Cowan 等(2019)	用户购买行为	用户采纳
			K. T. Manis 等(2019)	感知娱乐性,技术采纳模型	技术采纳
			D. E. Boyd 等(2019)	使用价值,用户购买行为	用户采纳
TELEMATICS AND INFORMATICS	3	3.714	D. H. Shin 等(2019)	感知有用性,技术采纳,用户体验	技术采纳
			J. Lee 等(2019)	用户技术采纳行为影响因素	技术采纳
ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS	4	3.772	S. Woksepp 等(2008)	技术采纳,用户评价	技术采纳
HUMAN CENTRIC COMPUTING AND INFORMATION SCIENCES	2	3.212	W. Song 等(2017)	用户位置和手势交互体验优化	人机交互
			V. Nanjappan 等(2018)	用户输入设备交互效果研究	人机交互
JOURNAL OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS	2	3.013	C. Peukert 等(2019)	沉浸体验,技术采纳影响因素	用户采纳
			J. H. Steffen 等(2019)	技术采纳因素分析	用户采纳
PLOS ONE	35	2.776	F. Herrera 等(2018)	用户沉浸体验,信息接受	用户采纳
			J. Roettl 等(2018)	感知娱乐性,用户满意度,认知负荷	用户采纳
INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES	17	2.006	F. Bruno 等(2010)	交互界面可用性评估	人机交互
			A. W. Stedmon 等(2011)	基于语音的交互行为	人机交互
JOURNAL OF COMPUTING AND INFORMATION SCIENCE IN ENGINEERING	4	1.717	Y. Vélaz 等(2014)	交互式技能接受效果	信息接受
			L. P. Berg 等(2017)	交互界面影响用户决策	技术采纳
MOBILE INFORMATION SYSTEMS	3	1.635	K. Choi 等(2018)	基于图像交互的信息接受效果	信息接受
BEHAVIOUR INFORMATION TECHNOLOGY	9	1.429	X. Zhang 等(2017)	感知学习效果,信息接受	信息接受
INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER INTERACTION	13	1.354	U. Erra 等(2019)	三维图形可视化,交互有效性	人机交互

immersive、sex difference、gender difference 等，聚类为影响用户使用虚拟现实技术的影响因素。根据聚类得到的主题及关键词将国外虚拟现实环境下用户信息行为研究热点划分为虚拟现实环境下用户信息接受行为研究、用户采纳行为研究及人机交互行为研究。

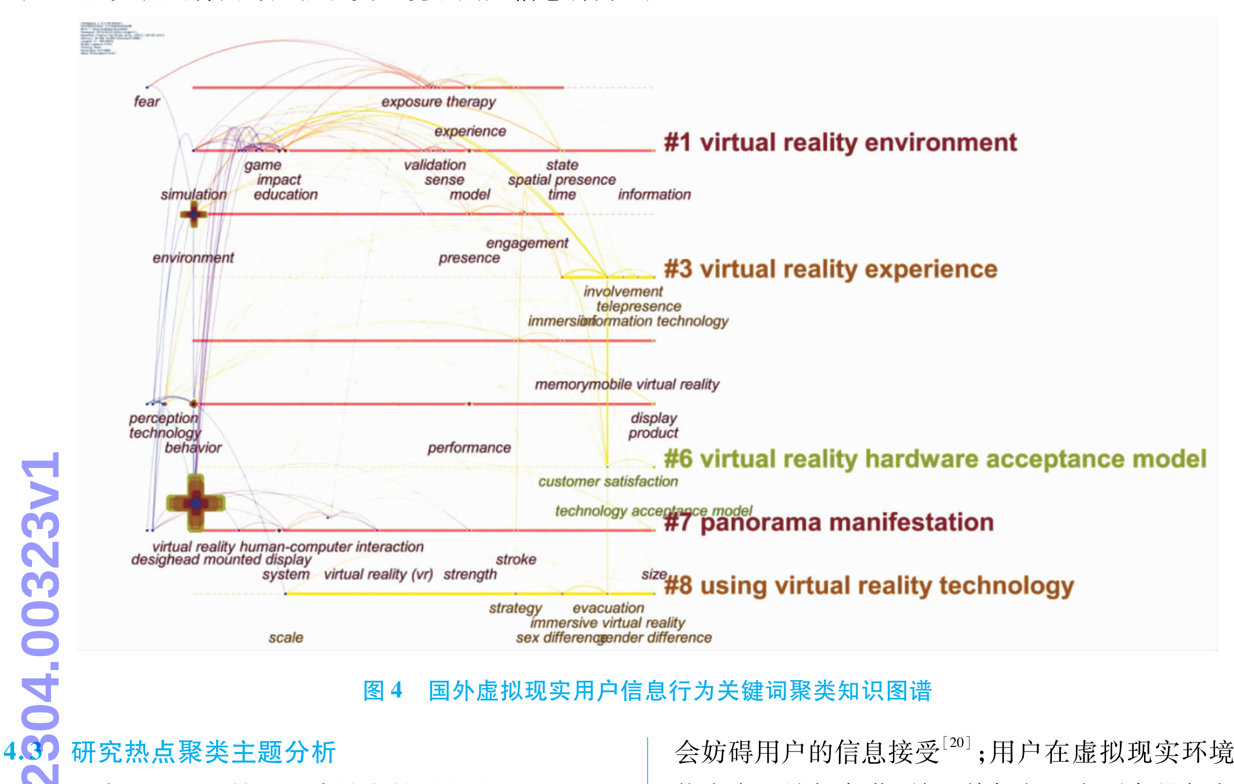


图 4 国外虚拟现实用户信息行为关键词聚类知识图谱

4.3 研究热点聚类主题分析

4.3.1 虚拟现实环境下用户信息接受行为

信息接受是一种双向建构的认识活动，体现了信息客体及其主体之间的相互关系，是接受主体情境与信息客体情境之间的一种耦合关系[15]，强调在特定信息环境中用户接受信息的意愿和行为。虚拟现实环境由于其全景式、交互式的信息呈现方式，为用户提供了一种环境，用户可将抽象信息概念化、有形化，从而改变用户对于信息内容的接受程度。目前虚拟现实环境下用户信息接受行为的研究主要集中于教育领域中用户信息接受效果研究及信息传播领域中信息资源立体可视化建设研究等。

在用户信息接受效果研究中，多将虚拟现实信息接受效果与传统信息接受效果进行对比，虚拟现实环境对用户信息接受行为存在促进及抑制作用。虚拟现实环境通过提升用户感知程度[16]、增加用户观察信息视角[17]，动态化拆解抽象科学现象来加深用户对于客观反应或复杂知识架构的理解及接受程度[18]，通过场景体验中的沉浸体验提升用户的移情程度，促进用户的理解，增强用户的认同感[19]。在实操环节，可通过交互式操作过程加深用户对工业技能的熟悉程度等[22]。同时，虚拟现实环境也可能会阻碍用户的信息接受行为，多媒体学习认知理论认为，复杂的视觉材料会妨碍用户的信息接受[20]；用户在虚拟现实环境中可能会产生认知负荷，并且其任务具有更高的复杂性和难度，需要额外的认知资源[21]；复合多重反馈信息呈现方式将导致信息过载现象，会造成困惑和分心行为[22]，存在操作技能加强但同时技术理论环节接受效果较差的现象[23]。

在信息资源立体可视化建设研究中，早有学者提出将虚拟现实技术引入图书馆、博物馆信息资源三维可视化建设[24]。虚拟现实技术解决了数字、移动图书馆的交互感缺乏的问题。虚拟现实技术在图书馆、博物馆建设的应用主要集中于以下两个环节：①虚拟场景的设计研究。用户可置身于全景式虚拟图书馆，进行图书检索及书目阅读行为[25]；设计针对特定用户的虚拟图书馆有助于根据用户特性提升用户的信息获取效率[26]。②虚拟设备的使用研究。EON 虚拟现实软件供应商[27]提供的交互式在线图书馆，允许图书馆员、教育者和学生在移动智能设备上将三维立体信息内容与视频、音效、注释等结合使用。有研究表明采用虚拟现实设备的阅读时间要久于传统桌面阅读环境，但不影响用户的阅读理解效果[28]。

4.3.2 虚拟现实环境下用户采纳行为研究

用户采纳行为注重用户从主观角度对虚拟现实技术、虚拟现实交互方式、虚拟现实应用等的采纳及使用

行为，是用户使用[32]、持续使用[33]、转移等行为的基础环节。虚拟现实环境下用户采纳行为研究主要集中在用户对VR技术的采纳，多采用技术接受模型从用户体验及用户满意度方面对用户采纳行为进行分析。

有学者认为虚拟游览可促进用户对于旅游目的地及酒店的使用意愿，相较于图像预览，虚拟预览会产生积极的心理意向和更强烈的临场感，从而转化为对品牌的增强体验，促进用户使用行为[29]。同时，增强的沉浸感及娱乐性会激发用户的好奇心，促进用户对于目的地的旅游意图[30]。

虚拟现实技术通过增强用户参与程度、场景有效性、生动性、娱乐性及自我控制感来增强用户的临场体验，提升用户体验并激发用户后续采纳意愿等[31－32]。与2D视频相比，虚拟视频通过增强的生动性和交互性放大了用户的沉浸体验，积极影响了用户对于虚拟观看行为的满意度[33]；感知娱乐性、用户的动机、情感启示[34]及用户特性是影响用户VR体验质量、临场感及沉浸程度[35]的关键变量，同时存在中介变量如社会互动、社会联系[36]等会影响感知娱乐性等基本变量，从而间接影响VR用户的采纳行为。

4.3.3 虚拟现实环境下人机交互研究

人机交互行为是人与计算机之间为完成某项任务进行的信息交互过程[37]，逐渐演化为用户与信息系统、智能机器、智能设备间的交互行为。虚拟现实环境下人机交互行为研究主要集中于交互界面设计、用户交互方式优化及影响用户人机交互体验的影响因素等。

虚拟现实环境用户交互界面设计关注用户界面友好性、可用性及有效性设计。已有学者通过对比研究用户分别与真实产品及虚拟产品的交互体验来进行虚拟现实界面可用性评估[38]。对比使用鼠标、手柄及手势这三者交互界面的用户体验发现，采用手势交互更易于用户进行可视化任务完成及三维图形构建，用户更易体会到娱乐性[39]。

在用户交互方式的优化环节，手势交互设备的出现，开创了多模态人机交互研究，以改善人机交互体验。在"听觉－视觉"和"视觉－触觉"交互组合用户体验对比研究中发现用户更偏好"听觉－视觉"交互体验，听觉交互提供了更强的参与度和沉浸感[40]。嗅觉和触觉交互也可改善用户情绪和临场感，加强触觉刺激后用户会感受到更强烈的临场感并更加放松，但嗅觉交互对用户情绪改变不大[41]。用户进入虚拟环境使用的头显设备会影响用户声音定位性能，增加虚拟环境中视觉信息，呈现虚拟手位置和房间尺寸会改善用户声音定位性能[42]。虚拟环境与现实环境相比听觉信息较为贫乏，通过引入"用户注意力驱动的凝视－音频增强技术"可以增加虚拟环境逼真感，促进有效交互[43]。同时对比听觉、触觉和视觉线索对用户临场感的影响，发现听觉和触觉线索对任务绩效和用户体验有显著影响。增加多模态信息内容可能会破坏虚拟环境保真度，但会提高使用性能和用户的整体体验[44]。

在用户人机交互体验的影响因素研究中，临场感是理解人机交互行为的重要维度之一。但在目前的研究中对于临场感的定义及测量方式在不同领域并不一致，有学者运用"身体－社会－自我存在感"三维理论模型设计了虚拟现实环境中多模态临场感测量量表并验证了量表的有效性[45]；动作视觉延迟也是影响用户人机交互主观体验的重要因素，对比用户在无延迟和延迟条件下对目标物体的跟踪任务，发现长期处于延迟环境的用户会逐渐适应延迟频率，用户体验会逐渐恢复[46]。

5 虚拟现实环境下用户信息行为未来研究趋势

利用Citespace绘制2014－2019年此研究领域的趋势图(见图5)。图5中，节点代表随年份呈现的虚拟现实环境下用户信息行为研究的热点关键词，节点大小为相关研究频次。从研究成果的发展趋势看，国外学者对于虚拟现实环境下用户信息行为相关研究，呈现出从关注虚拟现实技术和虚拟现实环境设计逐渐向虚拟现实环境下用户行为、用户感知方向过渡的特点。关注于虚拟现实环境下信息可视化方式的优化以及虚拟现实系统在教学环节促进用户信息理解的功能。近3年研究重点为采用模型对虚拟现实环境下用户行为、临场感、沉浸感对用户体验的影响进行研究；最终向虚拟现实服务、用户对于虚拟现实系统的采纳及虚拟现实环境中的社交行为等研究发展。总体来看，虚拟现实环境下用户信息行为未来研究的趋势如下。

5.1 虚拟现实环境下用户社交行为研究

目前学者在关注虚拟现实环境下人机交互行为的基础上，逐渐关注虚拟环境中用户的社会互动及社会联系对用户体验的影响。已有研究表明社交互动同样影响用户体验，用户的社会联系将增强用户沉浸体验，正向调节用户满意度及系统使用忠诚度[47]。

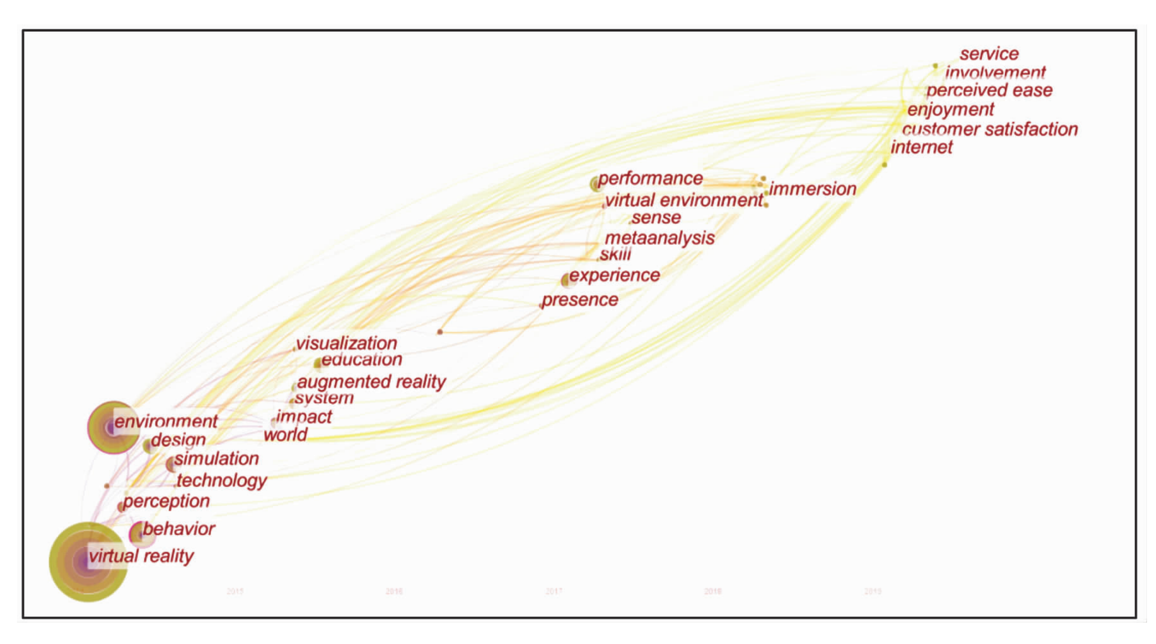


图 5　虚拟现实环境下用户信息行为研究趋势知识图谱

虚拟现实环境中感知、对话距离及虚拟化身的交流为用户提供了一种积极的心理暗示，促进了用户的社交行为[48]。通过分析用户行为特征、虚拟现实场景对用户社交体验的影响、虚拟现实社交平台涉及的伦理和隐私安全等问题，提出有效交互场景建设与方法，帮助虚拟现实社交平台进行优化设计[49]。同时对移动虚拟现实社交平台进行构建，分析移动虚拟现实社交平台的性能并识别潜在的瓶颈问题[50]。虚拟现实社交平台未来还可应用于特定环境下用户的社交能力检验环节[51]。

在虚拟现实社交平台的建设及优化基础上，未来研究将侧重于移动端虚拟现实社交平台的推广及移动虚拟现实社交平台中用户持续使用、采纳等行为探究，从而实现新型的智能社交。

5.2　虚拟现实环境下多领域用户采纳行为研究

根据国外重点期刊及文献统计表显示，2019 年虚拟现实环境下用户采纳行为相关文献仍在大量增加，但关注领域从用户对于虚拟现实技术的采纳及虚拟现实游览系统的采纳转换为电商领域中促进用户决策等行为研究。

有学者提出虚拟场景中用户与产品的交互过程积极影响用户决策，进而导致用户的接近或回避行为（停留、购买或不购买的意图）[52]。通过特定变量如临场感、品牌再现[53]、情感暗示、外部刺激[54]等提升用户在虚拟现实环境下的交互有效性，改变用户对虚拟购物系统的接受态度、满意度及忠诚度等，从而提升用户购买意愿、促进用户使用意图、帮助用户决策等。同时有学者提出采用多技术融合手段，将眼部追踪技术引入虚拟现实环境以跟踪用户浏览行为，根据用户视线焦点即时推送产品评价、并推荐产品链接以促进用户购买行为[55]。

目前的采纳研究大多集中于环境、内容对用户体验及满意度的影响，未来跨硬件设备、跨领域的对比实验将逐渐增多。同时，尽管用户已基本采纳虚拟购物模式，但用户数量较少，对系统信息的处理还处于体验阶段，未来用户对于系统推送信息的处理及采纳也会被纳入研究当中。当用户大量采纳虚拟现实系统后将会得出更具外部有效性的结论；并将出现持续性实验研究来确定用户的采纳行为是暂时性行为还是持久性行为。

5.3　虚拟现实环境下用户阅读行为研究

虚拟现实的全景显示功能为图书馆及博物馆图书信息资源三维可视化建设的实现提供了可能，为用户数字阅读服务模式的转变提供了新型范式。虚拟现实阅读在沉浸式可视化基础上实现实时交互式阅读，增强用户的阅读沉浸感，完善阅读体验成为新兴研究热点[56]。

目前，虚拟现实技术在国外高校图书馆中应用较为广泛，集中于虚拟现实场景建设应用、数字资源可视化建设和图书馆地理位置的导航建设[57]等。通过在移动端安装 APP 或客户端实现 3D 可视化场景，可进行实时阅读，并提供图书位置检索导航等，从而实现典籍保存及人力资源的节约优化。国内也开始有一些图书馆采用虚拟现实技术实现场景化再现服务及漫游服

务,同时尝试使用虚拟现实设备实现三维信息资源内容的建设服务[58],并帮助实现用户体感捕捉[59]及手势交互阅读模式。

基于目前发展态势,未来虚拟现实技术应用于用户阅读行为研究,将更加关注于信息资源内容的立体可视化呈现、可移动的私人用户图书馆建设以及使用虚拟现实头显设备实现具有用户偏好的图书馆设计。未来随着虚拟现实技术在图书馆中应用的优化成熟,学者可更加关注虚拟现实环境下用户阅读行为的独特模式及影响因素研究。

参考文献:

[1] 工业和信息化部. 关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见. [EB/OL]. [2019 -07 -26]. http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757021/c6559806/content.html.

[2] 高韵. 虚拟现实技术发展与启示——以微软 HOLOLENS 为例[J]. 互联网经济, 2017(12):50 -55.

[3] REBELO F, NORIEGA P, DUARTE E, et al. Using virtual reality to assess user experience[J]. Human factors, 2012, 54(6): 964 -982.

[4] DEY A, BILLINGHURST M, LINDEMAN R W, et al. A systematic review of 10 years of augmented reality usability studies: 2005 to 2014[EB/OL]. [2019 -08 -26]. https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00037.

[5] SUTCLIFFE A G, KAUR K D. Evaluating the usability of virtual reality user interfaces[J]. Behaviour & information technology, 2000, 19(6): 415 -426.

[6] FIGUEROA P, BISCHOF W F, BOULANGER P, et al. Efficient comparison of platform alternatives in interactive virtual reality applications[J]. International journal of human-computer studies, 2005, 62(1): 73 -103.

[7] ANTONIETTI A, CANTOIA M. To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality [J]. Computers & education, 2000, 34(3/4): 213 -223.

[8] MIKCHEVITCH A, LÉON J C, GOUSKOV A. Flexible beam part manipulation for assembly operation simulation in a virtual reality environment[J]. Journal of computing and information science in engineering, 2004, 4(2): 114 -123.

[9] LEE K C, CHUNG N. Empirical analysis of consumer reaction to the virtual reality shopping mall[J]. Computers in human behavior, 2008, 24(1): 88 -104.

[10] SERRANO B, BOTELLA C, BAÑOS R M, et al. Using virtual reality and mood-induction procedures to test products with consumers of ceramic tiles[J]. Computers in human behavior, 2013, 29(3): 648 -653.

[11] BRUNO F, MUZZUPAPPA M. Product interface design: a participatory approach based on virtual reality[J]. International journal of human-computer studies, 2010, 68(5): 254 -269.

[12] STEDMON A W, PATEL H, SHARPLES S C, et al. Developing speech input for virtual reality applications: a reality based interaction approach[J]. International journal of human-computer studies, 2011, 69(1/2): 3 -8.

[13] KADAVASAL M S, OLIVER J H. Sensor augmented virtual reality based teleoperation using mixed autonomy[J]. Journal of computing and information science in engineering, 2009, 9(1): 014502.

[14] ASIS&T. What is Information Science? [EB/OL]. [2019 -08 -26]. https://www.asist.org/about/information-science/.

[15] 毕强,李洁,晁亚男. 信息接受视角下数字图书馆信息接受情境研究[J]. 情报理论与实践,2015,38(9):8 -13.

[16] ZHANG X, JIANG S, ORDÓÑEZ DE PABLOS P, et al. How virtual reality affects perceived learning effectiveness: a task-technology fit perspective[J]. Behaviour & information technology, 2017, 36(5): 548 -556.

[17] ANTONIETTI A, CANTOIA M. To see a painting versus to walk in a painting: an experiment on sense-making through virtual reality [J]. Computers & education, 2000, 34(3/4): 213 -223.

[18] LAMB R, ANTONENKO P, ETOPIO E, et al. Comparison of virtual reality and hands on activities in science education via functional near infrared spectroscopy[EB/OL]. [2019 -08 -26]. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.014.

[19] HERRERA F, BAILENSON J, WEISZ E, et al. Building long-term empathy: a large-scale comparison of traditional and virtual reality perspective-taking [J]. PloS One, 2018, 13(10): e0204494.

[20] KARTIKO I, KAVAKLI M, CHENG K. Learning science in a virtual reality application: the impacts of animated-virtual actors' visual complexity[J]. Computers & education, 2010, 55(2): 881 -891.

[21] NEGUT A, MATU S A, SAVA F A, et al. Task difficulty of virtual reality-based assessment tools compared to classical paper-and-pencil or computerized measures: a meta-analytic approach[EB/OL]. [2019 -08 -26]. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.029.

[22] MA S, VARLEY M, SHARK L K, et al. Overcoming the information overload problem in a multiform feedback-based virtual reality system for hand motion rehabilitation: healthy subject case study [J]. Virtual reality, 2012, 16(4): 325 -334.

[23] JOU M, WANG J. Investigation of effects of virtual reality environments on learning performance of technical skills[J]. Computers in human behavior, 2013, 29(2): 433 -438.

[24] YI XIAO D. Experiencing the library in a panorama virtual reality environment[J]. Library hi tech, 2000, 18(2): 177 -184.

[25] POULTER A. Towards a virtual reality library[J]. ASLIB proceedings, 1993, 45(1): 11 -17.

[26] BEHESHTI J, LARGE A, Clement I. Exploring methodologies for designing a virtual reality library for children[EB/OL]. [2019 -

08 - 26]. https://www.researchgate.net/publication/255041367_Exploring_Methodologies_for_Designing_a_Virtual_Reality_Library_for_Children.
[27] MASSIS B. Using virtual and augmented reality in the library[J]. New library world, 2015, 116(11/12): 796 - 799.
[28] RAU P L P, ZHENG J, GUO Z, et al. Speed reading on virtual reality and augmented reality[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.016.
[29] BOGICEVIC V, SEO S, KANDAMPULLY J A, et al. Virtual reality presence as a preamble of tourism experience: the role of mental imagery[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.02.009.
[30] TUSSYADIAH I P, WANG D, JUNG T H, et al. Virtual reality, presence, and attitude change: empirical evidence from tourism [EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003.
[31] WEI W, QI R, ZHANG L. Effects of virtual reality on theme park visitors' experience and behaviors: a presence perspective[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.10.024.
[32] PEUKERT C, PFEIFFER J, MEIβNER M, et al. Shopping in virtual reality stores: the influence of immersion on system adoption [J]. Journal of management information systems, 2019, 36(3): 755 - 788.
[33] KIM D, KO Y J. The impact of virtual reality (VR) technology on sport spectators' flow experience and satisfaction[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.040.
[34] SHIN D H. The role of affordance in the experience of virtual reality learning: technological and affective affordances in virtual reality[J]. Telematics and informatics, 2017, 34(8): 1826 - 1836.
[35] SHIN D. Empathy and embodied experience in virtual environment: to what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? [EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012.
[36] LEE J, KIM J, CHOI J Y. The adoption of virtual reality devices: the technology acceptance model integrating enjoyment, social interaction, and strength of the social ties[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.12.006.
[37] TURK M. Multimodal interaction: a review[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2013.07.003.
[38] BRUNO F, MUZZUPAPPA M. Product interface design: a participatory approach based on virtual reality[J]. International journal of human-computer studies, 2010, 68(5): 254 - 269.
[39] ERRA U, MALANDRINO D, Pepe L. Virtual reality interfaces for interacting with three-dimensional graphs[J]. International journal of human-computer interaction, 2019, 35(1): 75 - 88.
[40] ALVES FERNANDES L M, CRUZ MATOS G, AZEVEDO D, et al. Exploring educational immersive videogames: an empirical study with a 3D multimodal interaction prototype[J]. Behaviour & information technology, 2016, 35(11): 907 - 918.
[41] SERRANO B, BAÑOS R M, BOTELLA C. Virtual reality and stimulation of touch and smell for inducing relaxation: a randomized controlled trial[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.007.
[42] AHRENS A, LUND K D, MARSCHALL M, et al. Sound source localization with varying amount of visual information in virtual reality[J]. PloS One, 2019, 14(3): e0214603.
[43] VINNIKOV M, ALLISON R S, FERNANDES S. Gaze-contingent auditory displays for improved spatial attention in virtual reality [J]. ACM transactions on computer-human interaction, 2017, 24(3): 1 - 38.
[44] COOPER N, MILELLA F, PINTO C, et al. The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality environment[J]. PloS One, 2018, 13(2): e0191846.
[45] MAKRANSKY G, LILLEHOLT L, AABY A. Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: a confirmatory factor analysis and item response theory approach[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.066.
[46] VAN DAM L C J, STEPHENS J R. Effects of prolonged exposure to feedback delay on the qualitative subjective experience of virtual reality[J]. PloS One, 2018, 13(10): e0205145.
[47] HUDSON S, MATSON-BARKAT S, PALLAMIN N, et al. With or without you? Interaction and immersion in a virtual reality experience[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.062.
[48] LYTRAS M D, AL-HALABI W, ZHANG J X, et al. Enabling technologies and business infrastructures for next generation social media: big data, cloud computing, Internet of Things and virtual reality[J]. Journal of universal computer science, 2015, 21(11): 1379 - 1384.
[49] O'BROLCHÁIN F, JACQUEMARD T, MONAGHAN D, et al. The convergence of virtual reality and social networks: threats to privacy and autonomy[J]. Science and engineering ethics, 2016, 22(1): 1 - 29.
[50] ZHANG L, SUN L, WANG W, et al. Unlocking the door to mobile social VR: architecture, experiments and challenges[J]. IEEE network, 2018, 32(1): 160 - 165.
[51] BERNARD F, LEMÉE J M, AUBIN G, et al. Using a virtual reality social network during awake craniotomy to map social cognition: prospective Trial[J]. Journal of medical Internet research, 2018, 20(6): e10332..
[52] LOUREIRO S M C, GUERREIRO J, ELOY S, et al. Understanding the use of virtual reality in marketing: a text mining-based review[EB/OL]. [2019 - 08 - 26]. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.055.
[53] JESUS M, ENRIQUE B, JAIME G, et al. The influence of virtual

reality in e-commerce[EB/OL].[2019－08－26].https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.054.
[54] VAN KERREBROECK H, BRENGMAN M, WILLEMS K. Escaping the crowd: an experimental study on the impact of a virtual reality experience in a shopping mall[EB/OL].[2019－08－26].https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.019.
[55] MEISSNER M, PFEIFFER J, PFEIFFER T, et al. Combining virtual reality and mobile eye tracking to provide a naturalistic experimental environment for shopper research[EB/OL].[2019－08－26].https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.09.028.
[56] OYELUDE A A. Virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in libraries and museums[J]. Library hi tech news, 2018, 35(5): 1－4.
[57] 陆和建,张晗.中美图书馆应用虚拟现实技术开展服务创新的若干思考[J].图书馆学研究,2017(17):42－47,77.
[58] 陆颖隽,程磊.基于虚拟现实技术的图书馆信息资源建设与服务创新研究——以CADAL为例[J].图书与情报,2017(4):8－12.
[59] 陆颖隽.我国图书馆虚拟现实应用及研究述评[J].图书与情报,2017(5):120－127.

作者贡献说明：

王晰巍：负责论文主体内容的撰写和论文的修改；
李玥琪：负责论文主体内容的收集分析；
王铎：协助进行论文数据的收集和整理；
韦雅楠：论文英文内容的翻译及处理。

Research on the Developments and Trends of User Information Behavior in Virtual Reality Environment

Wang Xiwei[1,2] Li Yueqi[1] Wang Duo[1] Wei Yanan[1]
[1] School of Management, Jilin University, Changchun 130022
[2] Big Data Management Research Center, Jilin University, Changchun 130022

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper collects and analyzes relevant literatures on user information behavior in virtual reality environment abroad, in order to understand the progress and future research trends of virtual reality in the field of library and information science, and provide reference and inspiration for future academic and industrial research. [**Method/process**] Using literature analysis and knowledge mapping visualization method, the origin and development of user information behavior in virtual reality environment abroad, foreign research hotspots and future research trends were analyzed and visualized. [**Result/conclusion**] From the perspective of researching hotspots, foreign research mainly focused on the research of user information acceptance behavior, user adoption behavior and human-computer interaction behavior under virtual reality environment. From the researching trend, future research will more concentrate on user social behavior, user adoption behavior and user reading behavior in virtual reality environment.

Keywords: virtual reality user information behavior research hotspot